



## ***The Effect of Valve Spring Height and Intake port Diameter on Torque and Power in a 110 cc SOHC Engine***

### **Pengaruh Ketinggian Pegas Katup dan Diameter *Intake Port* terhadap Torsi Dan Daya Mesin SOHC 110 CM<sup>3</sup>**

Purwoko<sup>1</sup>, Akbar Sigit Widiatoro<sup>1\*</sup>

#### **Abstract**

*Seeing the number of Indonesian people who still use conventional vehicles as a means of transportation, where vehicles that are used continuously will experience a decrease in power. The purpose of this research is to modify a vehicle that has been used for a long time to restore its power. This study uses a quantitative method, which results in a large increase in power and torque tested on a dynotest tool. In multiples of 500 rpm engine rotation starting from 4500 rpm to 7500 rpm. This study uses the addition of shim as thick as 0.5mm, 1mm and without the addition of shim. Which is combined with a large intake port diameter of 18mm standard, 19mm and 20mm. In this study, the highest power was found in the 1mm shim variation and 19mm intake port diameter of 6.23 Hp. And the largest torque is in the 0.5mm shim variation with a standard intake port diameter, amounting to 7.44 N.m.*

#### **Keywords**

*Power, Intake Port, Valve Spring Shim, Torque*

#### **Abstrak**

Melihat banyaknya masyarakat Indonesia yang masih menggunakan kendaraan konvensional sebagai sarana transportasi, dimana kendaraan yang dipakai terus menerus akan mengalami penurunan tenaga. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk meningkatkan performa kendaraan roda dua yang sudah digunakan secara terus menerus. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang menghasilkan besar dari kenaikan daya dan torsi yang di ujikan pada alat *dynotest*. Dalam kelipatan putaran mesin 500 rpm dimulai dari rpm 4500 sampai dengan 7500 rpm. Penelitian ini menggunakan penambahan shim setebal 0,5mm, 1mm dan tanpa penambahan shim. Yang dikombinasikan dengan besar diameter *intake port* sebesar 18mm standar, 19mm dan 20mm. Pada penelitian ini menghasilkan daya tertinggi terdapat pada variasi shim 1mm dan diameter *intake port* 19mm sebesar 6,23 Hp. Dan torsi terbesar ada pada variasi shim 0,5mm dengan diameter *intake port* standar, sebesar 7,44 N.m.

#### **Kata Kunci**

*Daya, Intake Port, Shim Pegas Katup, Torsi*

<sup>1</sup> Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang

Jl. Soekarno Hatta No. 9 Malang

\* [Akbarsigit87@gmail.com](mailto:Akbarsigit87@gmail.com)

Submitted : Decemer 13, 2024. Accepted : December 26, 2024. Published : 30 Juni , 2024



## PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang semakin pesat pada era globalisasi, khususnya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi di industri otomotif. Seperti yang terdapat pada kendaraan roda dua, yang memiliki keuntungan bagi manusia, karena kendaraan roda dua ini sebagai alat transportasi yang berguna untuk memudahkan pekerjaan. Selain harganya yang terjangkau dan efisiensi bahan bakar kendaraan ini juga menghasilkan daya dan torsi cukup tinggi. Kendaraan bermotor yang digunakan secara terus menerus akan mengakibatkan penurunan performa terutama pada kendaraan dengan sistem karburator, faktor yang mempengaruhi penurunan performa yaitu komponen yang mengalami keausan dan kerenggangan pada beberapa komponen. Mekanisme katup merupakan komponen terpenting dalam kendaraan bermotor 4 langkah, jika komponen pada mekanisme katup mengalami kegagalan maka tekanan kompresi pada kendaraan akan menurun maka tenaga kendaraan akan menurun [1].

Pegas katup merupakan komponen motor bakar yang berfungsi untuk mengembalikan katup yang terdorong oleh chamsaft, pegas katup juga berfungsi agar katup dapat kembali menutup secara rapat pada timing yang tepat [2]. Jika pegas katup sudah mulai kehilangan kekakuannya maka peristiwa yang terjadi adalah *floating*. Merupakan suatu kondisi dimana katup tidak menutup sepenuhnya pada waktu yang tepat, peristiwa ini terjadi ketika mesin bekeja melebihi batas *maximum* [3]. Cara memodifikasi pegas katup yaitu dengan mengganti dengan pegas baru. Tujuan dari penggunaan pegas katup baru untuk meningkatkan gaya pegas katup yang sudah melemah, namun hal ini cukup memakan biaya yang tidak sedikit. Selain itu salah satu cara untuk mengembalikan gaya pegas katup yang sudah melemah yaitu dengan teknik penganjal pegas katup dengan shim pada kedudukan katup yang berdekatan dengan *cylinder head* [4].

Selain itu penelitian ini juga memodifikasi saluran masuknya udara yang bertujuan agar udara dan bahan bakar dapat masuk lebih lancar dan banyak. *Cylinder head porting* merupakan desain ulang pada saluran masuknya udara dan bahan bakar dengan memperbesar saluran intake dari dalam untuk meningkatkan efisiensi volumetrik. Design yang lurus dan tidak memiliki proyeksi umumnya akan mengalir lebih baik [5]. Dengan demikian memperbesar diameter *intake port* yang berfungsi untuk memperlancar aliran campuran udara dan bahan bakar yang akan masuk ke ruang bakar, disertai dengan penambahan shim pada pegas katup yang menghasilkan nilai konstanta pada pegas katup menjadi naik. Membedakan ketinggian pegas katup bertujuan untuk mengembalikan kekakuan pegas katup, dan katup dapat menutup secara cepat dan tepat sesuai timingnya, dengan demikian udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar tidak keluar lagi ketika langkah kompresi dan menghasilkan kenaikan pada torsi dan daya pada kendaraan [6].

Sehubungan dengan penjelasan yang sudah dipaparkan di atas, pentingnya dilakukan pengujian untuk mengembalikan performa kendaraan yang sudah digunakan terus menerus, dengan memodifikasi diharapkan pengujian ini bisa menghasilkan peningkatan daya dan torsi pada kendaraan roda dua. Oleh sebab itu peneliti mengambil judul "Pengaruh Ketinggian Pegas Katup dan Diameter *Intake port* Terhadap Torsi dan Daya Mesin SOHC 110 cm<sup>3</sup> ..

### Motor Bakar

Motor bakar atau biasa disebut dengan mesin kalor yang cara kerjanya merubah energi kimia berupa bahan bakar fosil diubah menjadi energi gerak. Pada motor bakar ini masuk dalam kasifikasi motor pembakaran dalam (*internal combustion*) [3]. Untuk menghasilkan tenaga gerak diperlukan nyala busi untuk proses pembakaran, dan dirancang untuk menggunakan bahan bakar *gasoline* agar bahan bakar dan udara dapat tercampur menjadi homogen agar menyempurnakan dalam proses pembakaran [9]. Untuk motor bakar empat langkah atau empat tak, yang menghasilkan 1 kali usaha diperlukan 4 langkah piston dan 2 putaran poros engkol, dan terdapat 2 jenis katup yaitu katup hisap dan buang [10].

## Pegas Katup

Pegas katup merupakan komponen motor bakar yang berfungsi untuk mengembalikan katup yang terdorong oleh *chamsaft*, pegas katup juga berfungsi agar katup dapat kembali menutup secara rapat pada *timing* yang tepat [2]. Pegas katup yang lemah akan berakibat katup tidak akan menutup rapat dan pada putaran tinggi katup mengalami telat balik (*floating*), sehingga tenaga mesin akan berkurang *floating*, dimana katup tidak menutup secara sempurna pada *timing* yang tepat, akibat dari kejadian ini yaitu kompresi menurun, pembakaran tidak sempurna menghasilkan daya yang kurang maksimal. Kekakuan dari pegas katup juga perlu diperhatikan, bukan berarti semakin tinggi tingkat kekakuan pada pegas maka daya yang dihasilkan semakin besar, namun jika pegas terlalu kaku akan mengakibatkan kerusakan pada komponen lainnya, karena pada putaran awal harus mengeluarkan tenaga besar untuk menekan katup [1].

## Intake Port

*Intake port* merupakan saluran yang mengalirkan campuran udara dan bahan bakar menuju ke ruang bakar yang berada pada head cylinder. Dengan kata lain porting pada intake port/design ulang *intake port* akan memperlancar masuknya udara dan bahan bakar menuju ke ruang bakar [8]. Cylinder head porting merupakan proses memodifikasi intake dan exhaust porting dari dalam untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas aliran udara [15]. Tidak hanya itu besar *intake port* mempengaruhi perbandingan bahan bakar dan udara, hal ini memiliki kemungkinan naiknya daya dan torsi [7].

## Daya

Daya adalah istilah yang digunakan untuk melihat seberapa besar tenaga yang dikeluarkan oleh poros penggerak pada suatu mesin dalam periode tertentu, terdapat 2 daya yang terdapat pada kendaraan yaitu daya indikator merupakan daya keluar dari proses pembakaran di dalam silinder dengan satuan (Hp) [11], dan Daya dengan satuan KW adalah daya poros efektif (Ne) yang dihasilkan oleh rpm kendaraan yang diterima oleh alat dynotest menghasilkan momen putar dengan kecepatan putaran [12]

$$Ne = \frac{2.\pi.n.T}{60.000} \quad (1)$$

Dengan:

n = Putaran mesin (rpm)

T = Torsi(Nm)

60.000 = Nilai ketetapan (konstan) untuk daya motor dalam satuan KW

## Torsi

Torsi adalah kemampuan mesin dalam melakukan kerja, dengan demikian torsi bisa diartikan sebagai energi yang ada pada suatu kendaraan atau energi yang dihasilkan dari benda yang berputar pada porosnya [13], tenaga yang dimaksud ialah tenaga yang dihasilkan oleh crankshaft karena gerak naik turun piston akibat terdorong saat proses pembakaran untuk dapat menghitung torsi dengan satuan (N.m) dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$T = \frac{2.\pi.n}{60.000.Ne} \quad (2)$$

Dengan:

T = Torsi (Nm)

p = Daya dalam satuan KW

n = Putaran mesin

60.000 = Nilai ketetapan (konstan) untuk daya motor dalam satuan KW

## Penelitian Terdahulu

Penelitian yang dilakukan oleh farid majedi yang mengambil topik “Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi *Crankshaft* dan Porting pada *Cylinder Head*” dengan memodifikasi *crankshaft* dan porting pada *cylinder head* menghasilkan kenaikan daya sebesar 47% dan kenaikan torsi sebesar 49,7% jika di dibandingkan dengan kendaraan standar belum di modifikasi, penelitian ini dilakukan pada kendaraan roda 2 jupiter Z dengan memperbesar diameter piston sebesar 7mm dan menaikkan langkah piston sebesar 4mm, sehingga nilai kompresi akan naik dan memperbesar *intake port* agar udara yang masuk menjadi lancar tanpa hambatan [14].

Penelitian yang dilakukan oleh taufiqurrahman yang berjudul “Pengaruh Variasi Tebal Shim Pegas Katup Terhadap Torsi Dan Daya Motor Pada Motor 4 Langkah 4 Silinder 1500 cc”. Tentang penambahan shim pada dudukan katup merupakan cara modifikasi pegas katup, sehingga dapat mengembalikan gaya pegas katup yang menurun kekakuannya. Dengan melakukan 4 kali pengujian menggunakan 4 ukuran shim dapat diperoleh data daya yang memiliki kenaikan sebesar 1,08 kW dengan torsi 3,48 Nm menggunakan ukuran shim 2mm [4].

Penelitian yang dilakukan oleh Abigunto Amoro Aji Ivan Halim, Hary Munandar Larasati Rizky Putri tentang “Pengaruh Pembesaran Diameter dan Pemolesan *Intake Port* Pada Mesin 4 Tak 150cc SOHC Terhadap Unjuk Kerjanya” Menghasilkan peningkatan jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang bakar, daya dan torsi mesin. Pada rentang perubahan diameter sampai dengan 10,36% dari diameter awal, tercatat kenaikan daya dan torsi bisa mencapai 8,94% [16].

Perbedaan dari penelitian ini jika dibandingkan dengan peneliti terdahulu yaitu design ulang pada bagian *intake port* yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 3 ukuran, dan 2 kali proses pengerjaan yaitu diperbesar menjadi 19mm dan 20mm sehingga dapat dilihat perbandingan nilai daya dan torsi yang signifikan pada ukuran berapa, selain itu pada penelitian ini tidak dilakukan polish pada bagian *intake port*. Sesuai teori yang dijelaskan oleh Moch Taufik, Nely Ana Mufarida, Asmar Finali. Yaitu design ulang intake port / porting dapat memperlancar masuknya udara dan bahan bakar, maka penelitian ini dikombinasi dengan menambahkan shim pada pegas katup guna untuk mengembalikan kekakuan pegas katup yang sudah mulai melemah, penambahan shim pada pegas katup ini juga memiliki selisih rentan ukuran yang tidak terlalu jauh, yaitu penambahan 0,5mm dan 1 mm.

## METODE

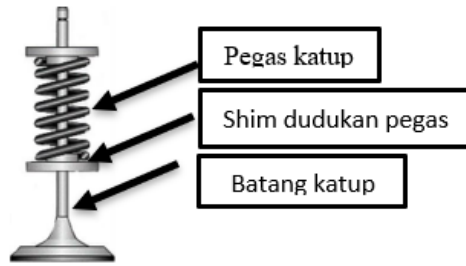
Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen dimana dilakukan perubahan ketinggian pegas katup kendaraan, dengan penambahan *shim* sebesar 0,5mm 1mm dan tanpa penambahan *shim* yang dikombinasikan dengan besar diameter *intake port* yaitu 18mm standar, 19mm dan 20 mm. penelitian ini menggunakan objek mesin Konvensional Vega R tahun 2009 SOHC 110 cm<sup>3</sup>

### Pengambilan dan Pengolahan Data

Menggunakan alat uji daya *dynotest* yang menjadi alat ukur kenaikan dan penurunan daya maupun torsi pada kendaraan. Dilakukannya 3 kali pengujian setiap variasinya kemudian hasilnya di rata rata dan dibentuklah grafik sebagai media analisis. Setelah data yang terkumpul sudah lengkap maka hal yang selanjutnya dilakukan yaitu menganalisa apakah ada perbedaan setelah dilakukannya modifikasi, menggunakan metode pengolahan data menggunakan analisis deskriptif dari data grafik yang sudah dibuat menggunakan *software* microsoft.

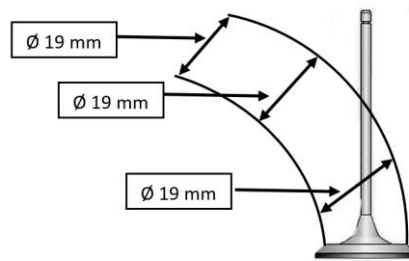
### Setting Peralatan Alat

Setting Peralatan penelitian 3 pegas katup dengan ketinggian, standar 33,3mm, 33,8mm dan 34,3 mm. Posisi pemasangan shim dapat dilihat pada [Gambar 1](#) berikut ini.



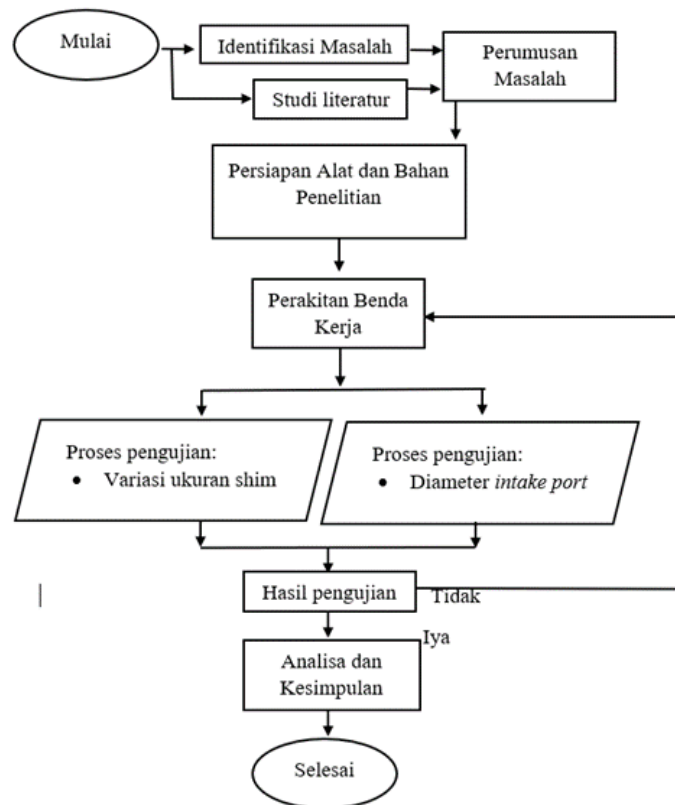
Gambar 1. Letak Shim Pada Pegas Katup

Memperbesar diameter *Intake port* menggunakan bor cun secara perlahan dan hati hati hingga diameter yang diinginkan tercapai, design ulang pada *intake port* dengan diameter 18mm standar, 19mm dan 20 mm seperti terlihat pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Design Intake Port

**Flowchart Proses Penelitian**



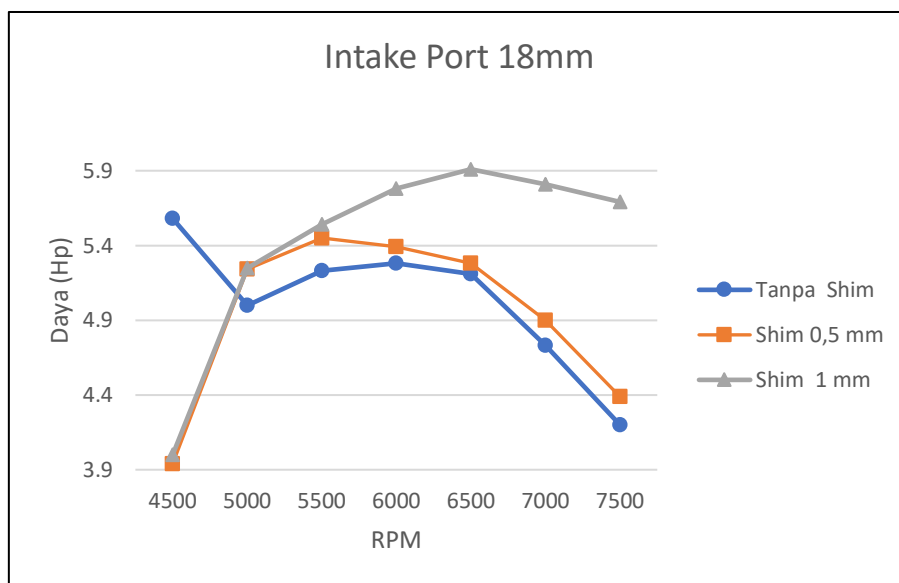
Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

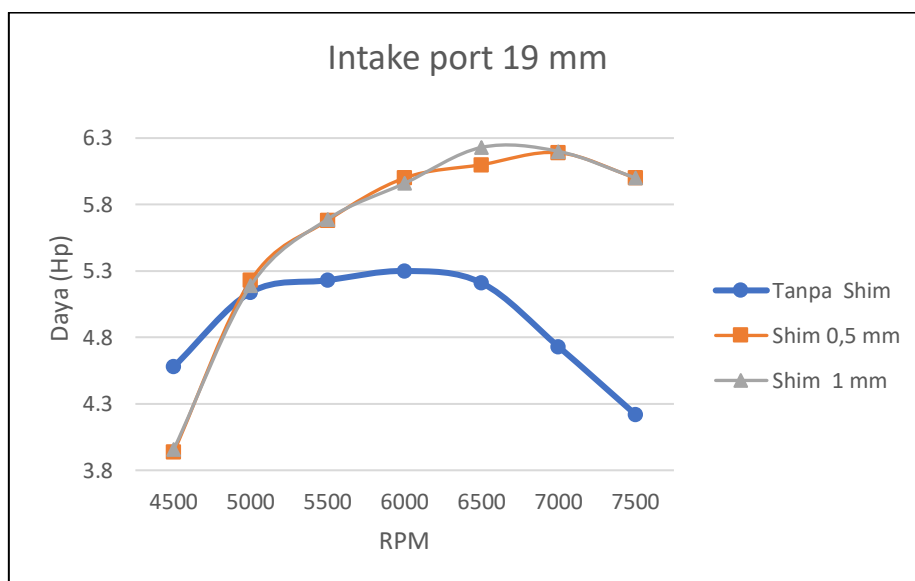
Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan ketika kendaraan dilakukan variasi penambahan shim menjadi 33,3mm standar, 33,8mm dan 34,3mm yang di kombinasikan dengan *intake port* 18mm standar, 19mm dan 20mm. Dengan pembahasan jika semakin tinggi pegas katup maka gaya untuk mengembalikan tekanan pada pegas katup akan kembali dengan cepat [17], dengan demikian penambahan shim pada pegas katup akan berakibat cepatnya katup dalam menutup ketika terdorong oleh camshaft hal ini berakibat pada kenaikan daya karena terjaganya tekanan kompresi dan bahan bakar yang terbakar menyeluruh.

#### Grafik Daya

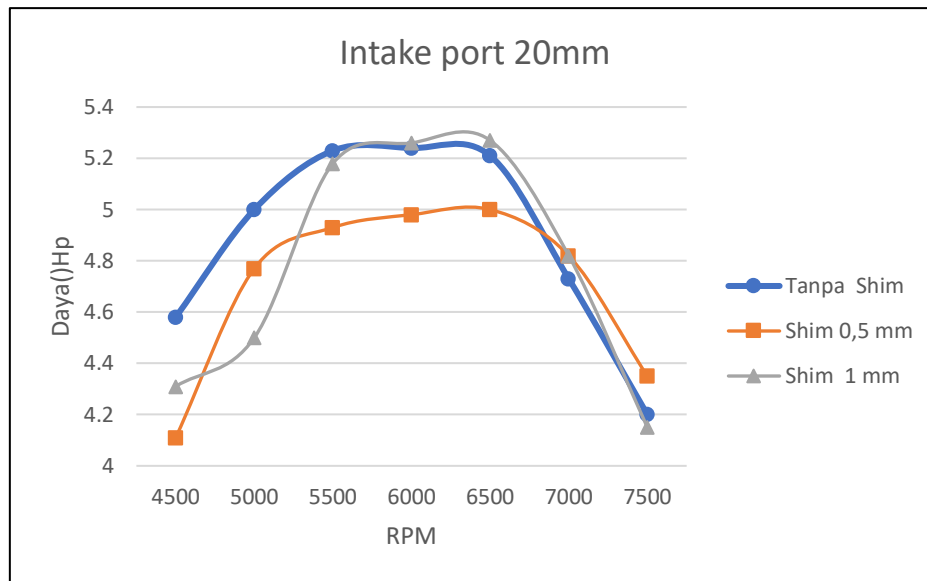
Pada grafik daya hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali run setiap variasinya, menghasilkan data rata rata pengujian yang terlihat pada [Gambar 4](#) untuk variasi *intake port* 18 mm, [Gambar 5](#) untuk variasi *intake port* 19 mm dan [Gambar 6](#) untuk variasi 20mm.



Gambar 4. Grafik Daya Dengan *Intake port* 18mm



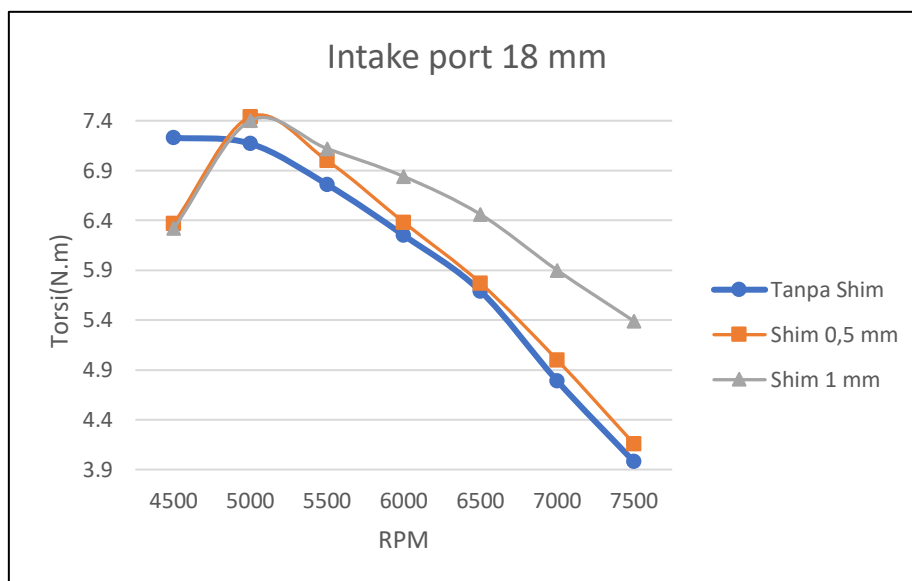
Gambar 5. Grafik Daya Dengan *Intake port* 19mm



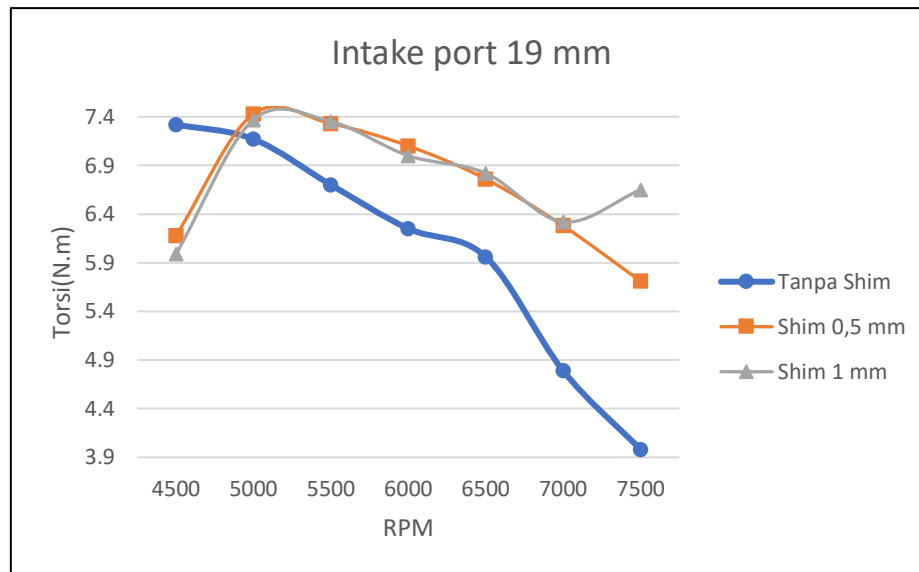
Gambar 6. Grafik Daya Dengan Intake port 20mm

### Grafik Torsi

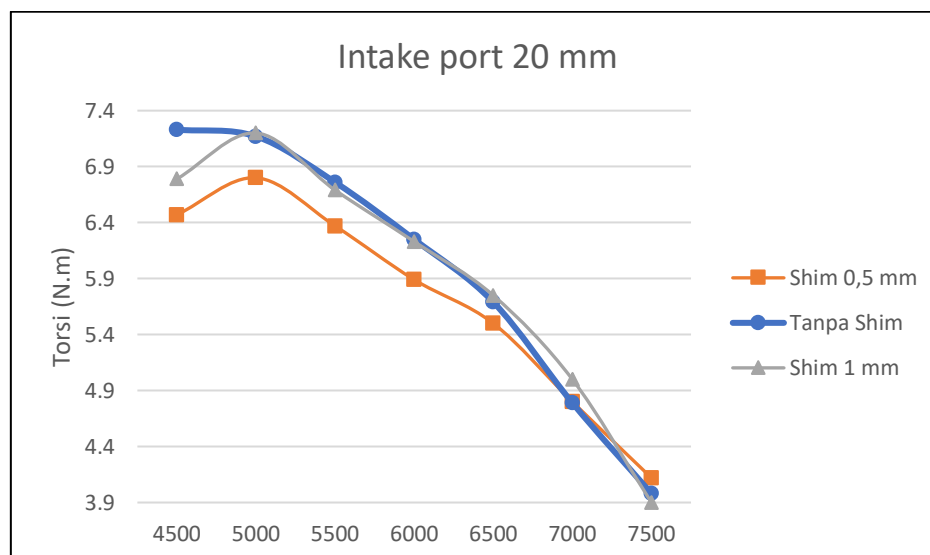
Pada grafik Torsi hasil pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali run setiap variasinya, menghasilkan data rata rata pengujian yang terlihat pada Gambar 7 untuk variasi intake port 18 mm, Gambar 8 untuk variasi intake port 19mm dan Gambar 9 untuk variasi 20mm.



Gambar 7. Grafik Torsi Dengan Intake port 18mm



Gambar 8. Grafik Torsi Dengan Intake port 19mm



Gambar 9. Grafik Torsi Dengan Intake port 20mm

### Pembahasan Daya

Dari Gambar 4 dengan intake port yang dikombinasikan dengan 3 variasi ketinggian pegas katup menghasilkan daya tertinggi yang terdapat pada penggunaan shim 1mm, dengan nilai daya sebesar 5,91Hp pada rpm 6500, jika dibandingkan dengan data standar sebesar 5,28 Hp pada rpm 6000 tentu ini mengalami kenaikan dari nilai daya nya, selain itu dengan penambahan shim setebal 0,5 juga mengalami kenaikan jika dibanding dengan data standar, yaitu 5,45 Hp pada rpm 5500. Dapat di bandingkan pada Gambar 4,5 dan 6 kalau penambahan shim dapat meningkatkan nilai dayanya. Hal ini memiliki alasan jika pegas katup semakin tinggi dengan penambahan shim pada pegas katup, maka katup akan menutup secara cepat pada timing yang tepat untuk kembali dalam keadaan tertutup. Sehingga dengan menutupnya katup pada timing yang tepat maka derajat *overlapping* akan terjaga pada sudut yang seharusnya. Demikian juga pada Gambar 5 dengan memperbesar diameter intake port maka bahan bakar yang akan masuk semakin lancar dan banyak, menghasilkan daya yang semakin besar jika dibandingkan dengan grafik pada Gambar 4, pada Gambar 5 menghasilkan daya tertinggi sebesar 6,23 Hp dengan penambahan shim setebal 1 mm pada rpm 6500. Yang



dimana semakin tebal shim pada pegas katup maka daya yang dihasilkan semakin besar. Namun jika dilihat pada [Gambar 6](#) mengalami penurunan jika dibandingkan dengan daya pada [Gambar 4](#) dan [Gambar 5](#). Alasan dari turunnya daya pada variasi *intake port* 20 mm yang ditambahkan shim maupun sebelum ditambahkan adalah, diameter yang terlalu besar mengakibatkan bahan bakarnya menjadi tidak lagi homogen, ini dipengaruhi oleh diameter *intake manifold* juga lebih kecil jika di bandingkan dengan diameter *intake port*, sehingga ketika bahan bakar yang dari ruang sempit atau *intake manifold* yang mengalir ke *intake port*, akan terurai dan tidak homogen lagi. hal ini mempengaruhi pembakaran yang kurang sempurna karena bahan bakar yang masuk sudah terurai

### **Pembahasan Torsi**

Torsi pada [Gambar 7](#) yang divariasikan dengan 3 ketinggian pegas katup menghasilkan torsi tertinggi yaitu ketika pegas katup hanya ditambahkan shim setebal 0,5mm yang ketinggian katup menjadi 33,8mm dengan nilai torsi sebesar 7,44Nm pada rpm 5000, ini tentu mengalami kenaikan jika dibandingkan dengan sebelum penambahan shim, namun ketika shim terlalu tebal torsi yang dihasilkan kurang besar jika dibanding dengan ketinggian 33,8mm. Alasan mengapa penambahan shim setebal 0,5 mm mengakibatkan naiknya nilai torsi yaitu karena pegas katup yang sudah mulai melemah akan mengalami keterlambatan dalam menutupnya katup ketika langkan hisap mulai berakhir, sehingga bahan bakar akan terbuang keluar melalui saluran hisap akibat dari gerak naiknya piston. Dengan penambahan shim 0,5mm kecepatan pegas katup untuk menutup akan semakin naik dan momentum *camshaft* tidak terlalu berat untuk menekan *rocker arm*, Namun jika ditambahkan shim 1mm ketika rpm bawah atau dimana nilai torsi mulai muncul, momentum dari *crankshaft* belum kuat untuk menekan pegas katup, sehingga pada putaran awal pegas katup tidak terbuka penuh mengakibatkan bahan bakar dan udara tidak bisa masuk secara maksimal, dan ketika langkah hisap selesai katup menutup lebih cepat. karena penambahan shim mengakibatkan lebih cepat pegas untuk kembali ke ukuran semula. Pada [Gambar 8](#) juga terdapat kenaikan pada ketinggian katup 33,8mm bahwa untuk perbesaran diameter *intake port* sedikit berpengaruh terhadap kenaikan torsi pada kendaraan, namun masih lebih besar ketika kendaraan dengan *intake port* standar. Untuk [Gambar 9](#) menghasilkan torsi yang sama dengan kendaraan sebelum dimodifikasi.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan penelitian ini yang dilakukan pada kendaraan konvensional SOHC 110 cm<sup>3</sup> yaitu terdapat pengaruh kenaikan daya jika kendaraan menggunakan penambahan shim setebal 1 mm dan belum dilakukan perbesaran *intake port* menghasilkan daya sebesar 5,91 Hp pada rpm 6500, kemudian jika kendaraan menggunakan penambahan shim 1mm dan dilakukan perbesaran *intake port* sebesar 19mm juga berpengaruh terhadap kenaikan daya dengan rata rata daya tertinggi 6,23 Hp pada rpm 6500. Namun ketika kendaraan dilakukan perbesaran *intake port* lebih besar menjadi 20mm, daya yang dihasilkan menurun jika dibandingkan dengan kendaraan dalam posisi standar yaitu dengan rata rata daya tertinggi sebesar 5,27 dengan penambahan shim 1mm pada 6500 rpm.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada kendaraan konvensional SOHC 110 cm<sup>3</sup> yaitu terdapat pengaruh kenaikan daya jika kendaraan menggunakan penambahan shim setebal 1 mm dan belum dilakukan perbesaran *intake port* menghasilkan daya sebesar 5,91 Hp pada rpm 6500, kemudian jika kendaraan menggunakan penambahan shim 1mm dan dilakukan perbesaran *intake port* sebesar 19mm juga berpengaruh terhadap kenaikan daya dengan rata rata daya tertinggi 6,23 Hp pada rpm 6500. Namun ketika kendaraan dilakukan perbesaran *intake port* lebih besar menjadi 20mm, daya yang dihasilkan menurun jika

dibandingkan dengan kendaraan dalam posisi standar yaitu dengan rata rata daya tertinggi sebsdar 5,27 dengan penambahan shim 1mm pada 6500 rpm.

### Saran

Untuk masyarakat yang mempunyai kendaraan konvensional yang sudah lama digunakan secara terus menerus, namun menginginkan tenaga putaran awal (Torsi) menjadi naik yaitu cukup menaambahkan shim setebal 0,5 mm penambahan shim pegas katup pada kendaraan tanpa modifikasi pada perbesaran intake port. Namun jika pengguna kendaraan menginginkan putaran atas (Daya) dari kendaraan menjadi naik atau bertujuan untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi maka hal yang perlu diulakukan yaitu penambahan shim setebal 1mm dan dilakukan perbesaran diameter *intake port* menjadi 19mm.

Dengan penelitian ini menghasilkan pengetahuan kepada masyarakat umum jika untuk mengembalikan tenaga kendaraan tua yang sudah mulai menurun tidak perlu menghabiskan biaya yang mahal, cukup hanya dilakukan penambahan shim pada dudukan pegas katup dan memperbesar diameter *intake port* untuk melancarkan udara dan bahan bakar yang akan masuk ke ruang bakar

### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Anjiu, Suhendra & Fahrizal "Rancang Bangun dan Uji Performansi Alat Pembuka Katup Menggunakan Mekanisme Tuas" , Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, Vol. 5, No. 2,45-52 2021
- [2] Arif Brinaldi & Wawan Purwanto "Rancang Bangun Alat Uji Tekanan Pegas Katup Toyota Kijang 7K Berbasis Microcontroler" AEEJ : Journal of Automotive Engineering and Vocational Education Vol: 01, No: 02, 2020
- [3] Riski Maulana, Sri Nugroho dan Rifky Ismail "Analisis Kegagalan Katup Buang pada Sepeda Motor 4 Langkah Kapasitas 155 cc" Jurnal Teknik Mesin S-1, Vol. 11, No. 2, 2023
- [4] Taufiqurrachman, , "Pengaruh Variasi Tebal Shim Pegas Katup Terhadap Torsi dan Daya Motor pada Motor 4 Langkah 4 Silinder 1500 cc," Universitas Negeri Semarang, 2006.
- [5] Muhammad Farid Reza Frinison, Milana, Erzeddin Alwi, M. Yasep Setiawan "Pengaruh Porting Polish Motif Dimple Terhadap Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Kawasaki D-Tracker 150 CC" Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia Vol: 01 No: 02, 2023.
- [6] Ahmad Abdul Ghani, M. Nasir, Rifdarmon, Hendra Dani Saputra "Pengaruh Variasi Pegas Katup Standar, Pegas Katup Swedia, dan Pegas Katup BRT Terhadap Torsi dan Daya pada Sepeda Motor" Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, Vol: 01 No: 04. 2023
- [7] Maulana Rifki Andi "Studi Eksperimental Intake port dengan Dimpel Porting Terhadap Daya, Torsi dan Konsumsi Bahan Bakar Motor Bakar 4 Langkah" Uneversitas Tidar 2022.
- [8] Kautsar Hanif Fakhrianto, Margianto, Mochamad Basjir "Pengaruh Intake Porting Dan Exhaust Porting Pada Performa Mesin GL 100 Berbahan Bakar Pertamina", Jurnal Sains dan Teknologi Teknik Mesin Unisma, Vol 18, No 4, 2023
- [9] Maridjo, Ika Yuliyani, Angga R "Pengaruh Pemakaian Bahan Bakar Premium, Pertalite dan Pertamina Terhadap Kinerja Motor 4 Tak" Jurnal Teknik Energi, Vol 9, No 1, 2019.
- [10] Reza Kamaludin "Studi Eksperimen Celah Katup Tipe SOHC Terhadap Performa Mesin Motor Vario eSP 110 Untuk Optimalisasi Kinerja Kendaraan," Institut Teknologi Budi Utomo, Jakarta, 2020
- [11] Wardiana, Muhamad Ghazali, "Modifikasi Intake Manifold Terhadap Peforma Mesin Motor Yamaha Mio Soul Tahun 2008," Saintesa, Vol 1 Edisi 28. 28-10, 2021
- [12] Joko Prihartono, Petrus Barro, "Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Perbandingan Pelumas Mineral dan Sintetis," Jurnal Ilmiah Aptek (Aplikasi Teknologi), Vol. 7 No. 2, 2015

- 
- [13] Adriansyah Prasetyo dan Rifdarmon,"Analisa Variasi Penggunaan Busi Pada Sepeda Motor Yamaha Vixion Tahun 2015 Terhadap Daya, Torsi dan Emisi Gas Buang," AEEJ : Journal of Automotive Engineering and Vocational Education Vol: 01, No: 01, 2020
- [14] Farid Majedi<sup>1</sup>, Indah Puspitasari" Optimasi Daya dan Torsi pada Motor 4 Tak dengan Modifikasi Crankshaft dan Porting pada Cylinder Head," JTT Jurnal Teknologi Terpadu, Vol. 5 No. 1, 2017
- [15] Moch Taufik, Nely Ana Mufarida, Asmar Finali"Pengaruh Diameter Porting Polish Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar 4 Langkah" J-Proteksion Vol. 1 No. 2, 2017 Hal. 1-6
- [16] Abigunto Amoro Aji, Ivan Halim, Hary Munandar Larasati Rizky Putri," Pengaruh Pembesaran Diameter dan Pemolesan Intake portPada Mesin 4 Tak 150cc SOHC Terhadap Unjuk Kerjanya" Jurnal Ilmiah Teknik Mesin POROS Vol. 19 No. 2, (2023)P
- [17] Giyano Lesmana, Toto Sugiarto, Wagino, Ahmad Arif, Ahmad Arif, Lasyatta Syaifullah"Analisis Penambahan Shim Pegas Kopling terhadap Akselerasi dan Top speed pada Sepeda Motor Yamaha V-Ixion Motorcycle" Jurnal Teknologi dan Pendidikan Vokasi Indonesia, Volume: 01 Nomor: 03 Tahun: 2023.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*